

Method for optimizing the detection of the contact point of tactile capacitance surface

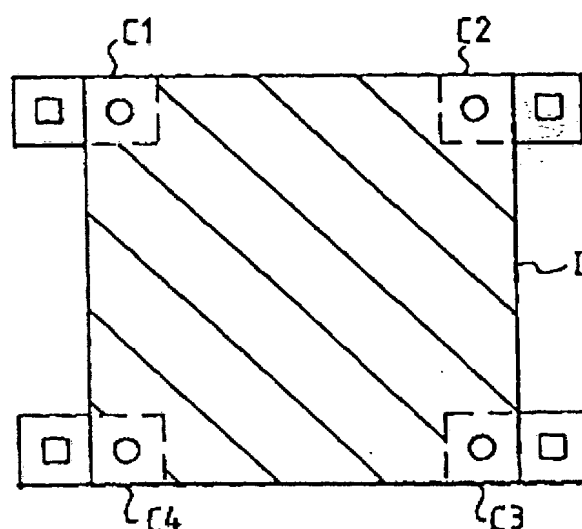
Patent number: FR2757659
Publication date: 1998-06-26
Inventor: CONI PHILIPPE; FAGARD PIERRE
Applicant: SEXTANT AVIONIQUE (FR)
Classification:
- international: G06K11/16; H03K17/94
- european: G06F3/033Z4S; G06F3/033Z4S6; H03K17/96C
Application number: FR19960015744 19961220
Priority number(s): FR19960015744 19961220

Also published as:

WO9828708 (A)
EP0946925 (A1)
US6404353 (B1)
EP0946925 (B1)

Abstract of FR2757659

The invention concerns a method which consists in sequentially supplying in high frequency the four corners of a known capacitance surface plate (supplying one diagonal, the other being in the air) in measuring the output voltages obtained in these four corners for all the different possible contact points, in establishing on the basis of these measurements the relationship between the voltages obtained for each diagonal, and, when there is contact, in comparing the relationships obtained with those memorised for locating the contact point.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①1 N° de publication :

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 757 659

②1 N° d'enregistrement national :

96 15744

⑤1 Int Cl⁶ : G 06 K 11/16, H 03 K 17/94

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20.12.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 26.06.98 Bulletin 98/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SEXTANT AVIONIQUE SOCIETE
ANONYME — FR.

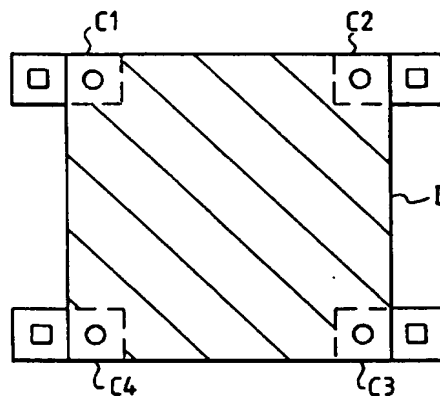
⑦2 Inventeur(s) : CONI PHILIPPE et FAGARD PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : THOMSON CSF.

⑤4 PROCEDE D'OPTIMISATION DE LA DETECTION DU POINT D'ATTOUCHEMENT D'UNE SURFACE TACTILE CAPACITIVE.

⑤7 Le procédé de l'invention consiste à alimenter séquentiellement en haute fréquence les quatre coins d'une plaque à surface capacitive connue en soi, (alimentation d'une diagonale, l'autre étant en l'air) à mesurer les tensions de sorties obtenues en ces quatre coins pour toutes les différentes positions d'attouchement possibles, à établir à partir de ces mesures des relations entre tensions obtenues pour chaque diagonale, et lors d'un attouchement, à comparer les relations obtenues avec celles mémorisées pour localiser le point d'attouchement.



FR 2 757 659 - A1



La présente invention se rapporte à un procédé d'optimisation de la détection du point d'attouchement d'une surface tactile capacitive.

5 On connaît d'après la demande de brevet français n° 95 03501 une surface tactile capacitive se présentant sous la forme d'une dalle de verre carrée ou rectangulaire recouverte d'une couche transparente conductrice (en général en ITO, c'est-à-dire de l'oxyde d'étain et d'indium), l'ensemble étant revêtu d'une couche anti-reflets jouant également le rôle
10 d'isolant diélectrique. La couche conductrice est uniforme et est alimentée en énergie haute fréquence alternativement en chacun de ses coins, via une capacité de référence, le coin opposé étant relié à la masse et les deux autres coins étant "en l'air".

Il est possible de déterminer avec une précision correcte le point
15 d'attouchement de cette surface tactile connue, mais dans certains cas d'utilisation, dans des conditions défavorables (par exemple lorsque la surface est embuée, si l'utilisateur porte des gants ou lorsque la surface de contact entre le doigt et la dalle est grande et/ou de forme irrégulière, ...), la détermination du point d'attouchement désiré peut être erronée.

20 La présente invention a pour objet un procédé permettant de déterminer avec la précision la plus élevée possible, pour une surface tactile du type précité, le point d'attouchement par l'utilisateur, même dans les conditions les plus défavorables.

Le procédé conforme à l'invention comporte une première étape
25 qui consiste à déterminer le long de chacune des diagonales de la dalle, pour un nombre de points correspondant à la résolution recherchée, un paramètre qui est fonction des deux tensions de sortie obtenues en alimentant chacun des coins auxquels aboutit la diagonale considérée, puis à déterminer, sur toute la surface de la dalle, les points présentant le même
30 paramètre relatif à l'une puis à l'autre diagonale, à mémoriser les coordonnées de chacun des points en fonction du couple de paramètres correspondants, et une seconde étape de détermination du point d'attouchement qui consiste, à partir d'un couple mesuré de tensions de sortie après alimentation successive des quatre coins de la dalle, à retrouver
35 en mémoire les coordonnées correspondantes et uniques du point d'attouchement.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

5 - la figure 1, est une vue de face d'une plaque tactile capacitive telle qu'utilisée par l'invention,

 - les figures 2 et 3 sont respectivement une surface gauche représentant un relevé d'équipotentiellles conformément à l'invention, et sa projection sur un plan,

10 - la figure 4 est un organigramme des étapes du procédé de l'invention, et

 - la figure 5 est une vue partielle de la plaque de la figure 1, servant à expliquer l'étape d'interpolation conforme à l'invention.

Le procédé de l'invention est mis en oeuvre sur une surface tactile telle que celle décrite dans la demande de brevet français précitée n°
15 95 03501. Par conséquent, on se reportera à cette demande de brevet pour ce qui est des détails de réalisation de la dalle de verre métallisée et de ses circuits d'alimentation et de traitement de signal. Le présent procédé a pour objet l'optimisation de la détermination du point d'attouchement de la plaque constituant cette surface tactile. Cette optimisation permet, en particulier, de
20 déterminer de la façon la plus précise possible le point de la surface que l'utilisateur désigne, surtout lorsqu'il n'utilise pas pour ce faire une pointe, mais appuie plus ou moins fort le plat du doigt sur la surface, même si ses mains sont gantées et si la surface est embuée ou humide. On comprendra facilement que dans de telles conditions la surface de contact entre le doigt
25 de l'utilisateur et la dalle de verre peut être variable dans de grandes proportions et que sa forme peut être très irrégulière. Par conséquent, la capacité rapportée par le doigt de l'utilisateur peut être également variable dans de grandes proportions.

Soient C1 à C4 les quatre coins de la dalle D, qui sont alternativement alimentés en énergie haute fréquence de la façon décrite dans la
30 suscite demande de brevet français. On définit comme sensibilité relative à un coin donné de la dalle la différence entre le signal de sortie de la dalle (tel que recueilli par le circuit de traitement de signal relié alternativement à chacun des coins de la dalle) avec et sans appui du doigt de l'utilisateur.
35 Soient S1 à S4 les sensibilités relatives aux coins C1 à C4, respectivement.

La sensibilité, en général, dépend, pour une position géographique donnée, en n'importe quel endroit de la dalle (dans sa zone utile, bien entendu), de la valeur de la capacité C_h rapportée par l'utilisateur, cette capacité dépendant elle-même de la nature de l'appui (par exemple
 5 avec ou sans gants, appui plus ou moins fort, taux d'humidité ambiante, ...). La sensibilité est également fonction de la résistance de la couche métallique de la dalle, et plus précisément de la résistance R_{t1} entre le coin alimenté et le point d'attouchement, et de la résistance R_{t2} entre le point d'attouchement et le coin opposé, qui est relié à la masse. Ces deux valeurs
 10 R_{t1} et R_{t2} sont caractéristiques de la localisation du point d'attouchement.

Lorsque la capacité rapportée par l'utilisateur peut varier dans de larges proportions, la sensibilité de la dalle, qui est proportionnelle à cette capacité rapportée ($S=k.C_h$), varie également dans de larges proportions, et agit défavorablement sur la qualité de la détection du signal de sortie de la
 15 dalle, donc sur la précision de la localisation du point d'attouchement. La présente invention vise l'élimination de ce facteur d'influence pour améliorer la précision de détection.

Considérons les sensibilités relatives à une même diagonale de la dalle, par exemple $S1$ et $S3$. On peut écrire :

20

$$S1 = k. f(R_{t1}, R_{t2}) \quad S3 = k. f(R_{t2}, R_{t1}).$$

Le facteur k est représentatif de la capacité rapportée par l'utilisateur. Il est donc invariant pour un même appui (appui dans les mêmes
 25 conditions sur la dalle). Or, on peut considérer que du fait que la connexion des quatre coins de la dalle à la source de tension haute fréquence se fait électroniquement très rapidement (en moins d'une milliseconde, par exemple), les conditions d'appui sur la dalle n'ont pas le temps de varier entre les mesures de $S1$ et $S3$. Le facteur k peut être donc considéré comme
 30 invariant, et peut être éliminé des relations entre $S1$ et $S3$ par factorisation et division. On définit ainsi ledit paramètre ou coefficient K_{pos} , qui est le coefficient de position associé à un appui sur un point quelconque situé sur la diagonale considérée. Dans le cas de la diagonale $S1 - S3$, on a :

$$K_{pos} = \frac{S1}{S1 + S3}$$

Grâce à la connaissance de Kpos, on peut localiser la position de l'appui sur la diagonale C1-C3. Il suffit d'associer à chaque valeur de Kpos une position sur cette diagonale C1-C3. Bien entendu, il en est de même pour la diagonale C2-C4.

5 Pour déterminer la position de l'appui hors d'une diagonale, il faut connaître les lignes équipotentiellles (définies ci-dessous) donnant la même valeur de kpos. En procédant de la même façon lors de l'alimentation des coins relatifs à l'autre diagonale, on détermine une autre valeur de kpos et une autre série de lignes équipotentiellles. L'endroit d'appui hors des
10 diagonales est déterminé au croisement des deux lignes équipotentiellles correspondant aux deux kpos relatifs à l'alimentation des deux diagonales de la surface tactile. Bien entendu, cette détermination ne peut se faire qu'après au moins un cycle complet d'alimentation des quatre coins C1 à C4 de la surface tactile. Pour améliorer la précision de mesure, il est préférable
15 de réaliser plusieurs cycles, et d'effectuer la moyenne des résultats obtenus en éliminant, le cas échéant, ceux situés en dehors d'une fourchette déterminée.

On dénomme ligne équipotentielle une courbe reliant tous les points auxquels correspond un même coefficient de position Kpos. Pour re-
20 lever ces lignes équipotentiellles, on divise la surface de la dalle en un damier comportant un certain nombre de lignes et de colonnes. On effectue ensuite la mesure des coefficients de position pour chacune des zones ainsi discrétisées, pour les deux diagonales. Le nombre de lignes et de colonnes dépend de la résolution recherchée pour la détermination du lieu d'appui.
25 On a représenté en figure 2 un exemple de tels relevés, pour l'une des diagonales. L'ensemble de courbes obtenues forme une surface gauche (non plane). Cet ensemble de courbes peut être projeté verticalement sur un plan. On a représenté en figure 3 les courbes obtenues après projection. On constate, en particulier, une décroissance (ou une croissance, suivant le
30 sens) continue d'un coin au coin opposé, c'est-à-dire que les courbes ne se coupent pas, ce qui signifie qu'il ne peut y avoir d'ambiguïtés dans la détermination du lieu d'appui à partir de la mesure du coefficient de position : à une valeur donnée de Kpos1 correspond une équipotentielle et une seule pour une alimentation des coins C1 et C3. De même, à une valeur donnée
35 de kpos2 correspond une seule équipotentielle pour une alimentation des

coins C2 et C4. Le point d'appui est donc situé à l'intersection de ces deux équipotentiellles.

Une des caractéristiques avantageuses de la surface tactile utilisée pour la mise en oeuvre du procédé de la présente invention est de
5 permettre la validation de l'appui de l'opérateur sur la surface. En effet, la plaque de verre est reliée en ses quatre coins à son support par des lames électriquement conductrices sur lesquelles sont fixées des jauges de contraintes. Ces jauges de contraintes sont reliées à un circuit de traitement qui produit un signal de validation dès qu'une pression déterminée est
10 exercée sur la plaque. Tant qu'aucune pression n'est exercée, on stocke la valeur de la tension de sortie recueillie sur chacun des quatre coins de la surface. Ces différentes valeurs sont moyennées et stockées sur une période suffisamment longue au fur et à mesure dans une mémoire à condition qu'elles se situent dans une fourchette déterminée. Ainsi, on
15 effectue constamment un rafraîchissement du contenu de la mémoire, ce qui permet d'éliminer l'influence de la dérive des caractéristiques de la surface tactile, dérive qui est en particulier fonction de la température, et aussi de l'hygrométrie. Ainsi, on obtient quatre valeurs de référence au repos, qui permettent de calculer les sensibilités correspondantes.

20 Lorsque le circuit de traitement des signaux des jauges de contraintes détecte une variation suffisamment importante de leurs signaux, correspondant à un appui sur la surface tactile, il commande l'acquisition des tensions de sortie des quatre coins de la surface, et on calcule la différence entre ces tensions de sortie et lesdites valeurs mémorisées pour
25 en déduire les différentes sensibilités S1 à S4. A partir des valeurs de sensibilités ainsi calculées, on déduit les valeurs de Kpos1 (sur la diagonale C1-C3) et Kpos2 (sur la diagonale C2-C4).

Un point d'appui quelconque sur la plaque, de coordonnées (i, j), est caractérisé par un couple de valeurs {Kpos1 (i, j), Kpos2 (i, j)}. Si le
30 point considéré est le centre d'une quelconque des zones élémentaires définies sur la plaque (voir figure 3), en relevant les couples de valeurs relatifs aux centres de toutes les zones de la plaque, on obtient un tableau de caractérisation de cette plaque. Ce tableau contient L.C tels couples, L étant le nombre de lignes de zones et C le nombre de colonnes de zones de
35 la plaque. Bien entendu, pour une plaque donnée, plus L et C sont grands,

plus les zones seront petites et meilleure sera la résolution de désignation d'un point d'appui, car, quel que soit le point d'appui à l'intérieur d'une zone ainsi définie, le point d'appui mesuré sera supposé être le centre de la zone. Ceci est particulièrement valable si l'appui est pratiquement ponctuel (par exemple à l'aide d'une pointe). Si la surface d'appui recouvre plusieurs zones (appui avec le plat du doigt), la localisation se fait par minimisation également, la zone ainsi localisée représentant par exemple le centre ou le barycentre de la surface d'appui entre les zones recouvertes, comme décrit ci-dessous.

10 Le tableau de caractérisation, généralement relevé lors de la fabrication de la surface tactile, peut aussi bien être théorique si la couche d'ITO est homogène et si les conditions de mesure sont idéales. Sinon, on procède à une phase de relevés point par point pour obtenir les valeurs vraies de Kpos.

15 A la suite de cette étape de caractérisation, après avoir mémorisé tous les couples de valeurs de Kpos, on peut localiser un appui en un point quelconque de la plaque en calculant les valeurs correspondantes Kpos1 et Kpos2 (d'après les mesures des tensions de sortie recueillies en chacun des quatre coins de la plaque, juste avant appui et juste après, ce qui donne les sensibilités correspondantes, et donc le Kpos1 et Kpos2 ainsi obtenues), on recherche dans ledit tableau de caractérisation de la plaque le couple de valeurs de Kpos se rapprochant le plus du couple de valeurs que l'on vient d'obtenir, ce qui revient à minimiser la différence entre le couple de valeurs obtenues et les différents couples mémorisés dans le tableau. On effectue l'opération suivante, lors du balayage de ce tableau :

$$\min \{|Kpos1(i, j) - Kpos1| + |Kpos2(i, j) - Kpos2|\}$$

30 formule dans laquelle Kpos1 (i, j) et Kpos2 (i, j) sont les valeurs rencontrées dans ledit tableau lors de son balayage, tandis que Kpos1 et Kpos2 sont les valeurs calculées d'après les mesures effectuées lors de l'attouchement de la plaque.

Une résolution égale à une zone (telle que définie ci-dessus) peut se révéler insuffisante. On pourrait envisager d'augmenter cette résolution

en augmentant le nombre de lignes et de colonnes de zones de la plaque, mais cela augmenterait de façon prohibitive la taille de ladite matrice de correction (dans laquelle sont mémorisées les valeurs actualisées des tensions de sortie des coins de la plaque tant qu'il n'y a pas d'appui sur cette plaque).

- 5 Pour éviter cela, une caractéristique avantageuse de l'invention prévoit d'effectuer une interpolation au voisinage de la zone que l'on vient de déterminer à la suite de l'opération de minimisation. A cette fin, on effectue une interpolation au voisinage de la zone déterminée à la suite de la minimisation.

- 10 On a représenté en figure 5 une partie de la surface de la plaque, sur laquelle on a représenté par un grand point noir 1 la position d'appui déterminée après minimisation, et par des petits points noirs les huit positions voisines. Dans la portion de surface P délimitée par ces huit positions voisines 2, on calcule par interpolation (linéaire par exemple) les
- 15 coefficients Kpos1 et Kpos2 correspondant aux positions intermédiaires 3, représentées par des cercles vides. Ces positions intermédiaires sont situées sur des lignes et des colonnes équidistantes des lignes L et colonnes C telles que déterminées de la façon exposée ci-dessus, le pas de ces positions intermédiaires étant égal à la moitié du pas des positions 1 et
- 20 2. A partir de la connaissance des coefficients de la position 1 et des positions 2 et 3, on effectue une recherche de position selon le procédé de minimisation exposé ci-dessus, limitée à la portion de surface P. De cette façon, on double la résolution de détermination de point d'appui aussi bien dans la direction des lignes que dans celle des colonnes. Il est même
- 25 possible de réitérer cette interpolation plusieurs fois de suite afin d'augmenter davantage la résolution, si l'uniformité du dépôt de matériau électriquement conducteur (ITO) de la plaque et la précision de mesure le permettent.

- Le procédé de l'invention permet également de détecter l'usure,
- 30 et en particulier une usure irrégulière du dépôt d'ITO. A cet effet, on mémorise les valeurs initiales des différentes sensibilités pour toutes les zones des L lignes et C colonnes de la plaque, et on leur compare régulièrement les valeurs mesurées. Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, on alimente à chaque fois deux coins opposés de la dalle D à
- 35 travers une résistance insérée en série entre la masse et le coin opposé à

celui alimenté en tension HF (comme indiqué par exemple dans ladite demande de brevet français n° 95 03501). Ainsi, lorsque le point d'attouchement est tout proche d'un coin, le signal recueilli par ledit circuit de traitement n'est pas nul, et le coefficient de position ne peut être ni nul ni
5 égal à 1, mais doit être compris dans une fourchette de valeurs, elle-même comprise entre 0 et 1. Cette fourchette de valeurs peut être dénommée domaine de vraisemblance et est relevée pour un dispositif neuf et un bon état de fonctionnement. Par conséquent, si le circuit de traitement détermine un coefficient de position en-dehors de ce domaine de vraisemblance, on
10 peut conclure à une panne (telle qu'une coupure de la couche métallisée) ou à une usure excessive de la couche métallisée.

La surface tactile de l'invention peut également être utilisée en liaison avec un microprocesseur en tant que dispositif de commande des déplacements d'un curseur (dispositif du genre dit "Touch Pad").

REVENDICATIONS

1.- Procédé d'optimisation de la détection du point d'attouchement d'une surface tactile capacitive, selon lequel la couche conductrice est alimentée en énergie haute fréquence alternativement en chacun de ses coins, via une capacité de référence, le coin opposé étant relié à la masse et les deux autres coins étant "en l'air", caractérisé en ce qu'il comporte une première étape qui consiste à déterminer le long de chacune des diagonales de la dalle, pour un nombre de points correspondant à la résolution recherchée, un paramètre qui est fonction des deux tensions de sortie obtenues en alimentant chacun des coins auxquels aboutit la diagonale considérée, puis à déterminer, sur toute la surface de la dalle, les points présentant le même paramètre relatif à l'une puis, à l'autre diagonale, à mémoriser les coordonnées de chacun des points en fonction du couple de paramètres correspondants, et une seconde étape de détermination du point d'attouchement qui consiste, à partir d'un couple mesuré de tensions de sortie après alimentation successive des quatre coins de la dalle, à retrouver en mémoire les coordonnées correspondantes et uniques du point d'attouchement.

20

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on recherche en mémoire les coordonnées du point d'attouchement par minimisation de la différence entre les caractéristiques calculées d'après les mesures de tensions de sortie et celles résidant en mémoire.

25

3. - Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit paramètre (Kpos) est déterminé, pour l'alimentation des extrémités de chaque diagonale de la surface, par un rapport $(S1/(S1 + S3))$ entre les sensibilités vues de chaque extrémité de la diagonale, la sensibilité étant définie comme la différence entre la tension relevée à l'extrémité considérée en l'absence d'attouchement et celle relevée lors de l'attouchement.

30

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on effectue une interpolation au voisinage de la zone déterminée à la suite de la minimisation.

35

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on définit un domaine de vraisemblance pour les paramètres relevés pour un dispositif neuf et en bon état de fonctionnement, et que l'on compare en cours de fonctionnement du dispositif les valeurs
- 5 relevées des paramètres au domaine de vraisemblance, les valeurs situées en-dehors du domaine correspondant à une panne ou à une usure excessive du dispositif.

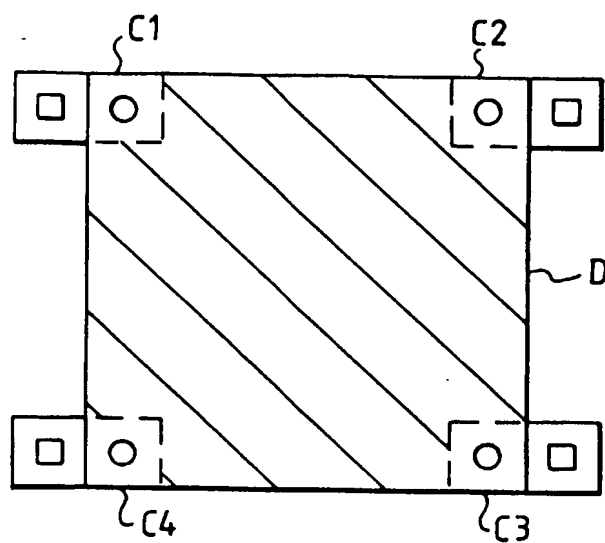


FIG. 1

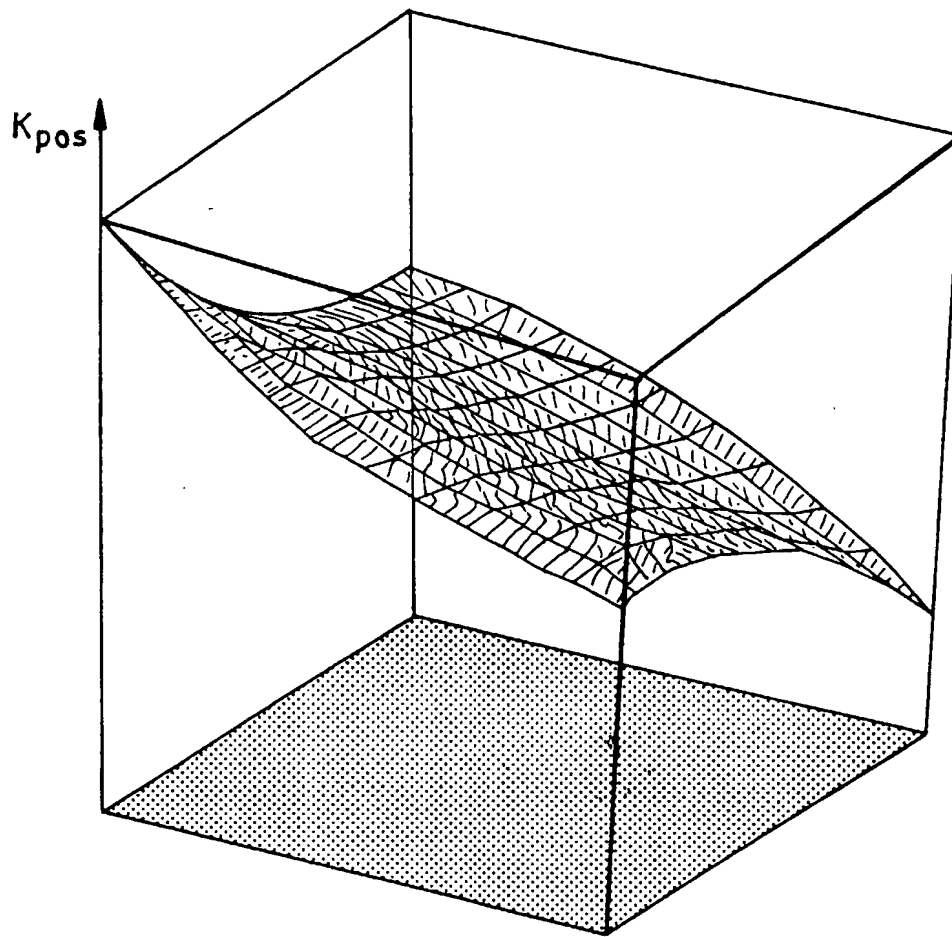


FIG.2

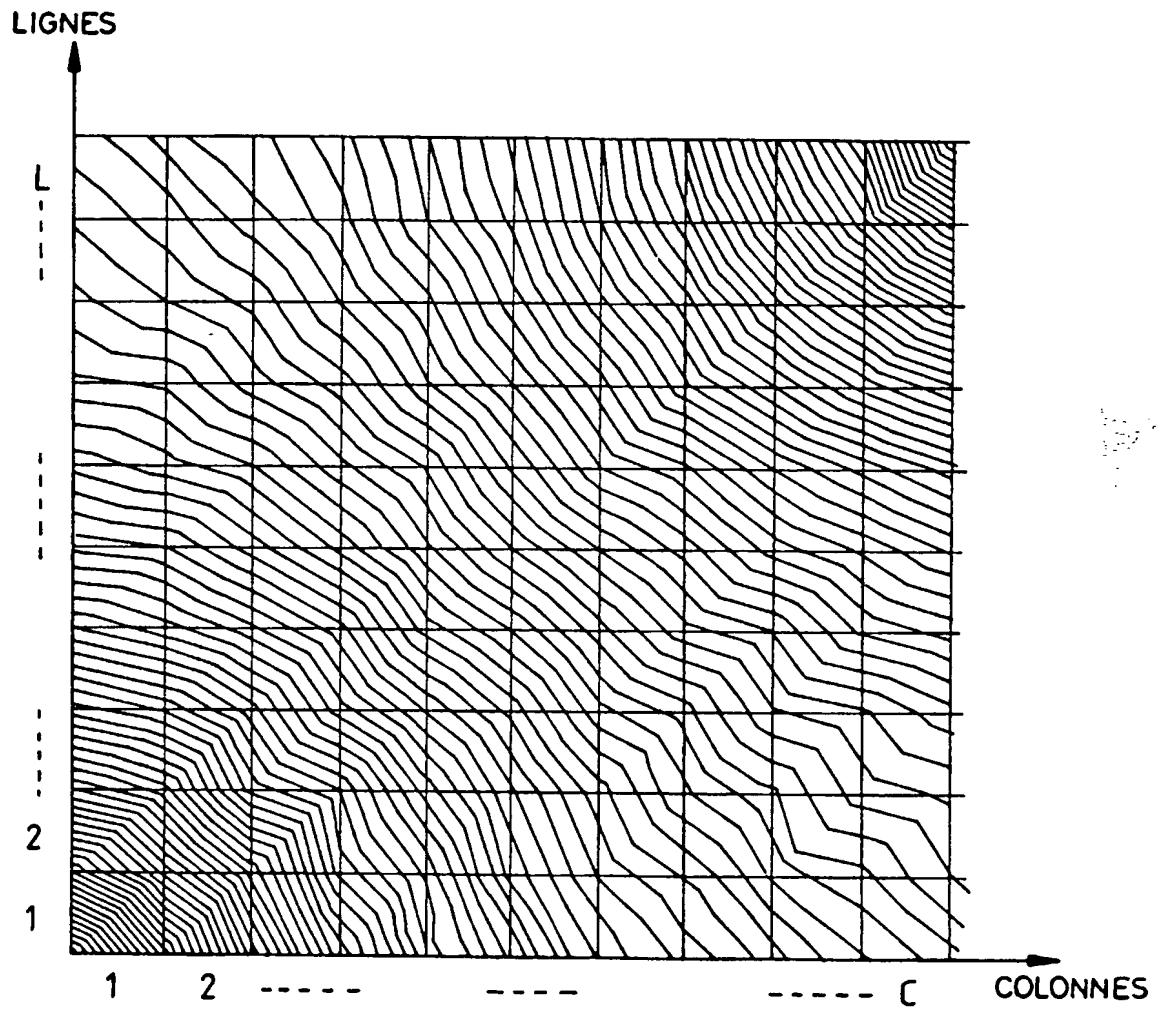


FIG. 3

4/5

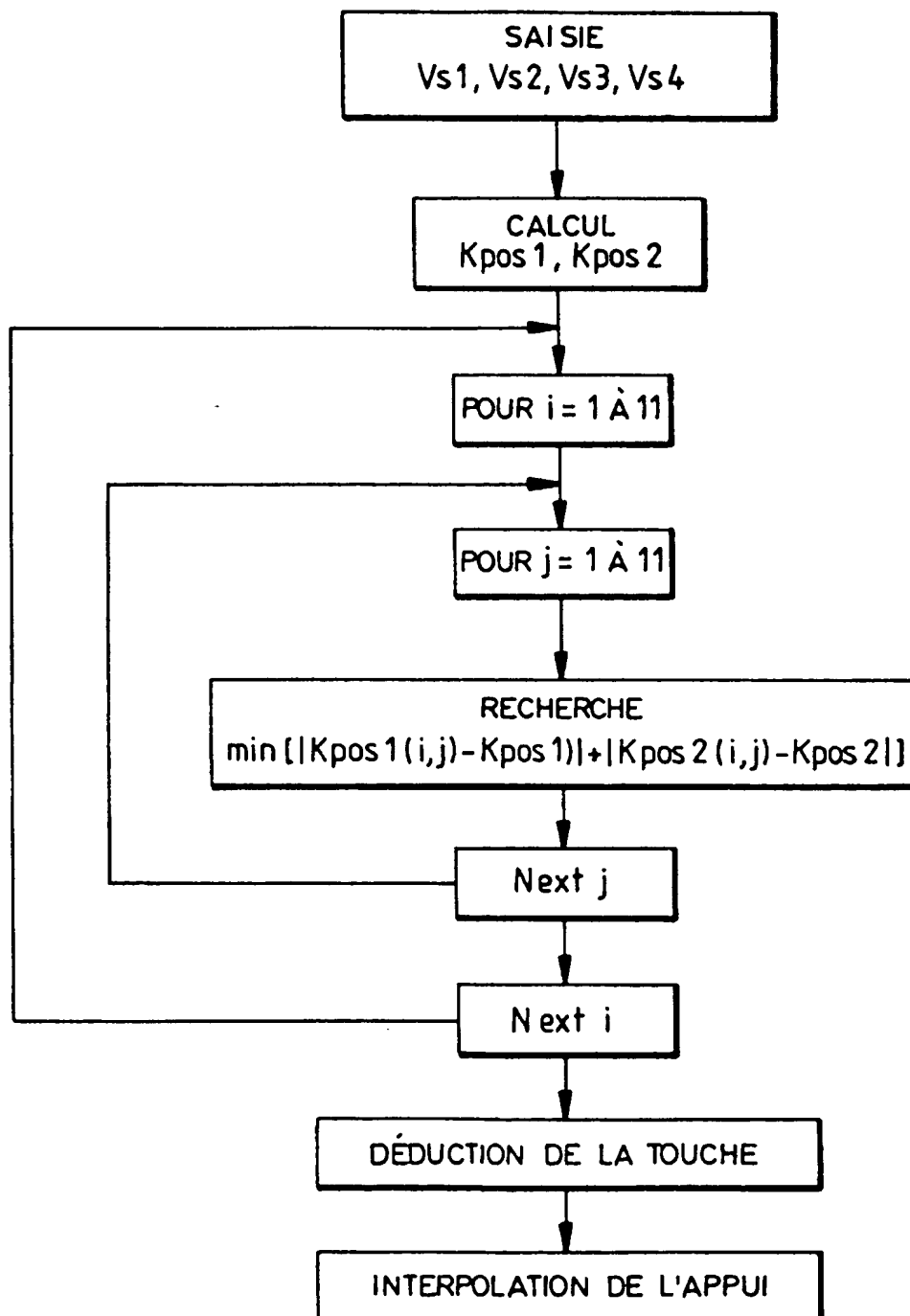


FIG. 4

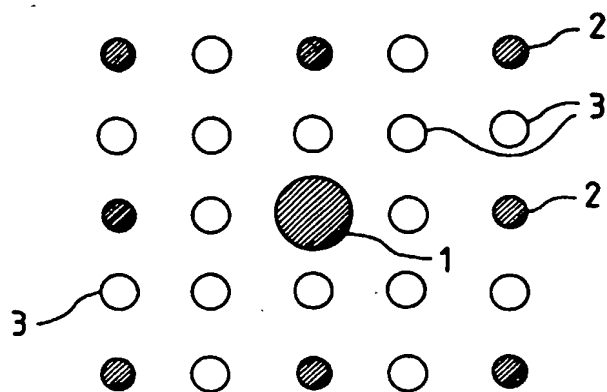


FIG. 5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,A	EP 0 733 990 A (SEXTANT AVIONIQUE) 25 septembre 1996 * le document en entier *	1-5
A	GB 2 205 164 A (MICROTOUCH SYSTEMS INC) 30 novembre 1988 * page 10, ligne 9 - page 11, ligne 22; figure 1 *	1-5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G06K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
29 septembre 1997		Nygren, P
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document interne</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>à : membre de la même famille, document correspondant</p>		